

ディスクカッタビットを用いた硬質岩盤掘削機の掘削性能について

呉工業高等専門学校 正会員 重松 尚久
呉工業高等専門学校 学生会員 ○花岡 尚

1. はじめに 本研究では、ディスクカッタビットを使用した硬質岩盤掘削を効率的に行うことができる、新しい掘削機の設計開発に資するための基礎となるデータを得ることを目的としている。各実験条件ごとに算出した垂直力 F_z 、横方向力 F_y 、転がり抵抗 F_x を比較し、刃先アールの違い、切り込み幅の違いおよび貫入速度の違いによる各力への影響を考察する。

2. 実験方法 ディスクカッタビット(直径 80mm、刃物角 $55\pi/180\text{rad}$)を供試体の端部から切り込み幅 15、20、25、30mm

の位置に向かい合わせに 2 個取り付け、掘削速度をそれぞれ、0.028、0.058、0.087mm/s の 3 通りに設定し、回転する供試体にディスクカッタビットを押し付けることにより、掘削を行う。

図-1 にディスクカッタビットの形状および作用する力を示す。ディスクカッタビットは刃先アール 1mm の刃 A、および刃 B、3mm の刃 C、5mm の刃 D の 4 種類で刃 A のみ逃げ角がなく、他は逃げ角 4° である。刃先アールの大きいディスクカッタビットほど磨耗していると見立てることができる。ディスクカッタビットに作用する垂直力 F_z 、回転トルク T 、横方向力 F_y を測定し、転がり抵抗 F_x は回転トルク T より、また、横方向力 F_y は、ベアリングの摩擦抵抗を考慮し、補正を行い、2 つのロードセルから得られる値を平均する。なお、実験用の供試体は、一軸圧縮強度 90N/mm^2 以上で円柱の形をした高強度モルタル供試体を擬似岩盤として用いた。¹⁾

3. 実験結果と考察 図-2 に、掘削速度 0.087mm/sec、切り込み幅 15mm、刃 B における掘削深さと各作用力の関係を示す。垂直力は掘削深さが大きくなるにつれ、掘削深さが約 3mm に達するまでは上昇し、その後急激に減少する。これは、円柱形の供試体から大きな剥離片が生じ、作用する力が解放されたためである。これを初期端面掘削という。その後、定常端面掘削に移行し、掘削深さが大きくなるにつれ、徐々に増加していく。定常端面掘削において、徐々に増加する要因はディスクカッタビットに作用する周面摩擦によるものである。転がり抵抗も同様の傾向にある。それに対して、横方向力は初期端面掘削の影響は見られず掘削深さが大きくなるにつれ増加していく。3 つの作用力を比較すると、初期端面掘削時では垂直力に対する横方向力は、最大 80%の力、垂直力に対する転がり抵抗は最大 140%の力で作用しており、定常端面掘削時では垂直力に対する横方向力は、最大 230%の力、垂直力に対する転がり抵抗は最大 80%の力で作用している。つまり、実機的设计開発においては、上記のようにディスクカッタビットに力が作用することを考慮しなければならない。また、垂直力 F_z に対する横方向力 F_y 、転がり抵抗 F_x は、異なるディスクカッタビット、掘削速度、切り込み幅でも同等な割合となっている。以下より比較の対象とするのは、初期端面掘削時およ

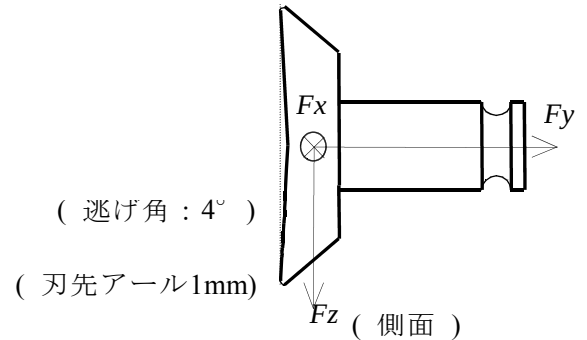


図-1 刃 B の形状および作用する力の方向

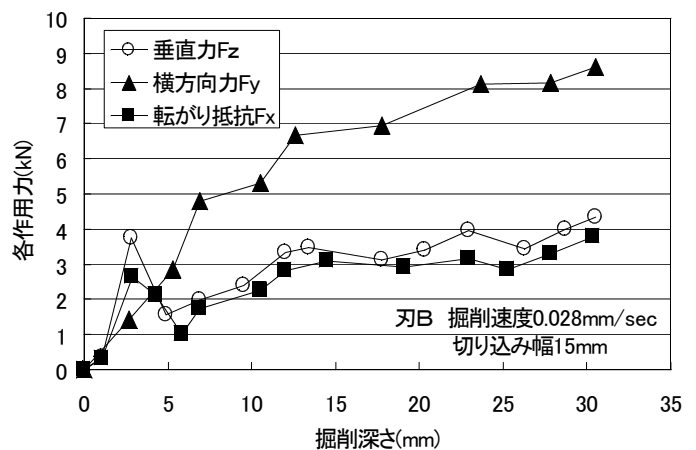


図-2 各作用力と掘削深さ z の関係

び定常端面掘削時の各作用力の最大値とする。

図-3 に掘削速度 0.058mm/sec、切り込み幅 25mm における各作用力と掘削深さの関係を示す。すべての作用力は、逃げ角を設けた刃 B の方が、逃げ角を設けていない刃 A に対して約10%低減している。なお、他の切り込み幅、掘削速度でも同様の結果となった。図-4 に切り込み幅 15mm、刃 B における初期端面掘削時および定常端面掘削時の各作用力の最大値と切り込み幅の関係を示す。横方向力は初期端面掘削の影響を受けないため、初期端面掘削と定常端面掘削の区別はしない。垂直力および転がり抵抗は切り込み幅が大きくなるにつれ、増加傾向にあり、横方向力は切り込み幅の影響を受けないことがわかる。他の掘削条件でも同様の結果となった。図-5 に切り込み幅 25mm、掘削深さ 25mm における垂直力と掘削速度の関係を示す。垂直力は、掘削速度が大きくなるにつれ、また刃先アールが大きくなるにつれ大きくなることがわかる。他の切り込み幅、定常端面掘削における他の掘削深さにおいても同様の結果となった。なお、横方向力および転がり抵抗についても同様の結果となった。

4. 結論

- (1)垂直力および転がり抵抗は、初期端面掘削時において力が解放されるが、横方向力は初期端面掘削の影響を受けない。
- (2)すべての掘削条件において、初期端面掘削時に垂直力に対する横方向力は最大 80%の力、垂直力に対する転がり抵抗は最大 140%の力が作用した。また、定常端面掘削時に垂直力に対する横方向力は最大 230%の力、垂直力に対する転がり抵抗は最大 80%の力が作用した。

- (3)垂直力および転がり抵抗は、初期端面掘削時、定常端面掘削時ともに、切り込み幅が増加するにつれ、増加傾向にあり、横方向力は切り込み幅による影響を受けない。

- (4)すべての作用力は、定常端面掘削時において、掘削速度が増加するにつれ、増加傾向にある。また、刃先アールが増加するにつれ、増加傾向にある。

参考文献

- 1) 竹村和夫, 米倉亜州夫, 田中敏嗣: シリカフェームを用いたコンクリートの乾燥収縮特性, コンクリート工学年次論文報告集 9-1, p.69-74, 1987.

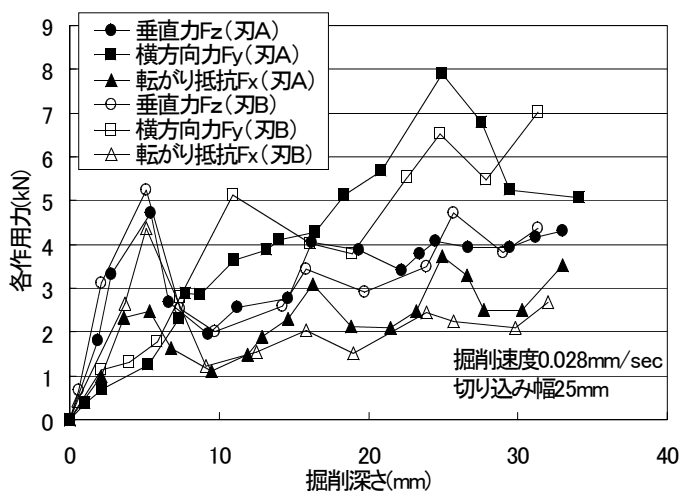


図-3 各作用力と掘削深さの関係

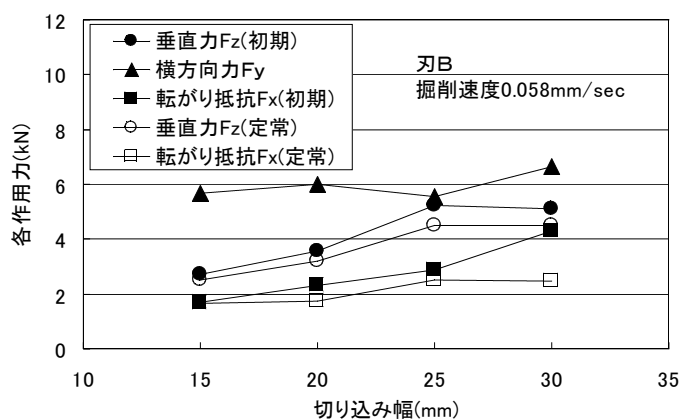


図-4 各作用力と切り込み幅の関係

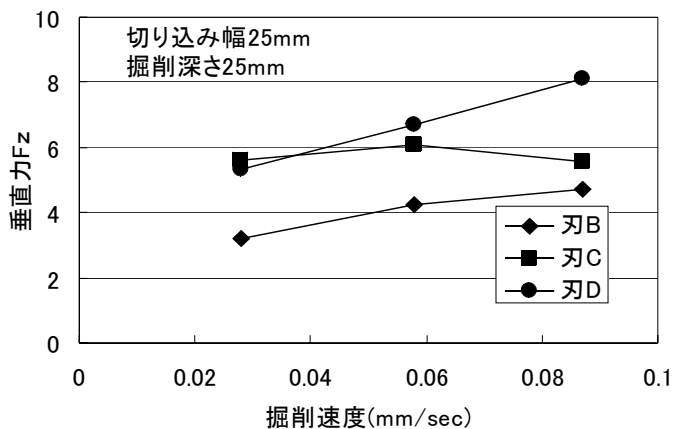


図-5 垂直力と掘削速度の関係